

Після проведення експериментів та аналізу результатів досліджень була проведена промислова апробація нового підходу до визначення напружень у виробничих умовах реальних експлуатуючих об'єктів нафтогазового комплексу, а саме на підприємствах ДП «УКРАВТОГАЗ» (об'єкт контролю – акумулятор газу) та ПАТ «УКРСПЕЦТРАНСГАЗ» (об'єкт контролю – цистерна для транспортування зрідженого газу). Результати апробації представлені у таблиці 1.

**Таблиця 1 – Результати розрахованих значень напружень**

№п/п	Акумулятор газу (балон для метану) №1			Акумулятор газу (балон для метану) №2			Цистерна		
	Р, МПа	$\sigma_p$ , МПа	$\sigma_e$ , МПа	Р, МПа	$\sigma_p$ , МПа	$\sigma_e$ , МПа	Р, МПа	$\sigma_p$ , МПа	$\sigma_e$ , МПа
1	10,0	83,3	85,6	10,0	83,3	90,9	1,5	93,6	95,4
2	15,0	125,0	128,6	15,0	125,0	131,1	2,0	124,8	127,9
3	20,0	166,7	170,1	20,0	166,7	173,0	2,5	156,0	164,8
Середня відносна похибка, МПа			4,3%	Середня відносна похибка, МПа			Середня відносна похибка, МПа		
							6,3%		

$\sigma_p$  – розраховане значення напруження за ГОСТ – 14249-89;

$\sigma_e$  – значення напруження розраховане за комплексом вимірних інформативних параметрів.

За результатами промислової апробації встановлено, що метод визначення напружень може використовуватися на об'єктах промисловості.

Літературні джерела

1. Карпаш А. М. Особенности применения современных методов контроля для определения напряженно-деформированного состояния металлических конструкций / А. М. Карпаш, Н. Л. Тацакович, Е. Р. Доценко // “NDT days 2016” / SCIENTIFIC PROCEEDINGS. XXXI, №1 (187). – 2016. С. 319-324;

2. Ващишак С. П. Современные подходы к определению физико-механических характеристик металлов объектов нефтегазового комплекса / С. П. Ващишак, А. М. Карпаш // “NDT days 2012” / SCIENTIFIC PROCEEDINGS. XXVII, №1 (133). – 2012. С. 260-264;

3. Карпаш А. М. Аналіз відомих методів контролю фізико-механічних характеристик металу / А. М. Карпаш // Нафтогазова енергетика. – 2012. – №1(17). – С. 70-82;

4. Карпаш А. М. Експериментальні дослідження та практика визначення залишкового ресурсу металоконструкцій довготривалої експлуатації з врахуванням напруженого стану / А. М. Карпаш // Матеріали 8-ї Національної науково-технічної конференції «неруйнівний контроль та технічна діагностика – UkrNDT-2016» (22-24 листопада 2016 р.) – м. Київ: УТ НКТД. – 2016. С. 193-196;

5. Карпаш А. М. Особливості експериментальних модельних об'єктів та постановка експерименту для визначення напружено-деформованого стану металоконструкцій за комплексом інформативних параметрів / А. М. Карпаш // Нафтогазова енергетика. – 2016. – №1(25). – С. 91-101;

6. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс / С. Хайкин. – М.: Вильямс, 2006. – 1104 с. – ISBN 5-8459-0890-6.

УДК 620.9.662.7

## **АНАЛІЗ ПАЛИВНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ НА БІОГАЗІ З ВІДХОДІВ ТВАРИННИЦТВА**

**Л.І.Гаєва, Т.В.Дикун**

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, 76019,  
м.Івано-Франківськ, вул. Карпатська 15, <http://nung.edu.ua/>, [admin@nung.edu.ua](mailto:admin@nung.edu.ua)*

Актуальність проблеми використання альтернативних палив для двигунів внутрішнього згоряння не викликає сумніву. Одним з перспективних джерел енергії для ДВЗ є біогаз з відходів та вторинних продуктів тваринництва. Біогазові технології розвиваються досить швидкими темпами. Провідне місце у виробництві біогазу займає Китай. КНР забезпечує 20% національних потреб в енергії за рахунок біогазу. Друге місце з виробництва газу займає Індія, де ще в 1930-ті рр. була прийнята перша у світі програма з розвитку біогазової технології. Сьогодні щоденне виробництво біогазу в Індії становить 2,5-3,0 млн. м<sup>3</sup>.

За даними статистики щорічно в країнах ЄС утворюється побутових і сільськогосподарських відходів в обсязі 143-172 млн. т умовного палива. З них 20-30 млн. т. умовного палива можуть бути утилізовані сьогодні.

До 2020 року в Європейській практиці близько 75% біогазу буде вироблятися з відходів сільського господарства. Серед Європейських країн з високими темпами розвитку ринку біогазу варто виділити Данію, Німеччину, Великобританію, Швецію, Італію. Наприклад, в Данії до 20% енергії спалювання забезпечує біогаз. Значно повільніше ринок біогазу розвивається в США, незважаючи на велику кількість ферм у країні, діє тільки 200 біопромислових заводів і до 2020 року їх кількість буде доведена до 220.

Попри високий потенціал біогазової галузі в Україні її розвиток все ще залишається на початковій стадії. Основна причина цього – відсутність будь-якої державної підтримки галузі. Перший великий біогазовий комплекс на відходах тваринництва з'явився ще в 1993 році на свинофермі комбінату «Запоріжсталь».

У вересні 2011 року було розпочато будівництво біогазової установки на свинокомплексі в с. Копанки Івано-Франківської області. Відкриття біогазового заводу ТОВ «Даноша» в м. Калуші Івано-Франківської області у вересні 2013 року дозволила вирішити проблему утилізації відходів цього свинокомплексу та дає можливість забезпечити його електроенергією власного виробництва.

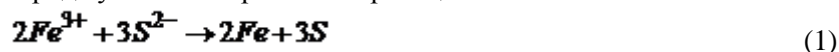
Аналіз міжнародного досвіду свідчить, що біогаз з відходів тваринництва можна використовувати як альтернативне паливо для автомобільних двигунів.

Усереднений компонентний склад біогазу з продуктів тваринництва складає, % об.: 53÷70 – CH<sub>4</sub>; 30÷40 – CO<sub>2</sub>; 0÷3 – H<sub>2</sub>S; сліди (≤ 0,1) водню, аміаку і оксидів азоту.

Біогаз не має неприємного запаху, його нижча теплота згоряння 25 МДж/м<sup>3</sup>. Один метр кубічний біогазу еквівалентний 0,7-0,8 кг умовного палива.

При використанні біогазу з відходів тваринництва концентрація енергії в 1 м<sup>3</sup> горючої суміші при коефіцієнті надлишку повітря  $\alpha = 1$  є менша, складає тільки Q<sub>г.с.</sub> = 2000 ÷ 2200 кДж/м<sup>3</sup> (при вмісті метану 62%). Для бензиноповітряної суміші в цьому випадку Q<sub>г.с.(б)</sub> = 3600 кДж/м<sup>3</sup>, а для газоповітряної суміші – Q<sub>г.с.(г)</sub> = 3400 кДж/м<sup>3</sup>. Тобто зниження теплоти в 1 м<sup>3</sup> горючої суміші двигунів для біогазу з відходів тваринництва складає 42%, а для метану (природний газ) – тільки 8%. Ефективна потужність двигунів знижується на 15-20% порівняно з стандартним мінеральним паливом. В результаті цього питома ефективна витрата палива для двигуна автомобіля ЗИЛ – 130 у порівнянні з стандартним паливом буде значно більша (рис.1).

Через те, що біогаз завжди містить вологу, сірководень, щоб уникнути корозії автомобільних двигунів, їх необхідно вилучати на стадії очищення біогазу. Від вологи його очищають у конденсаційних ємностях, збудованих у трубопроводах біогазу. Методи очищення біогазу від сірководню можуть бути поділені на біологічні і хімічні. З хімічних найпоширеніші методи з додаванням хлориду заліза до зброджувальної сировини за реакцією:



Цей метод легко реалізується і має високу ефективність.

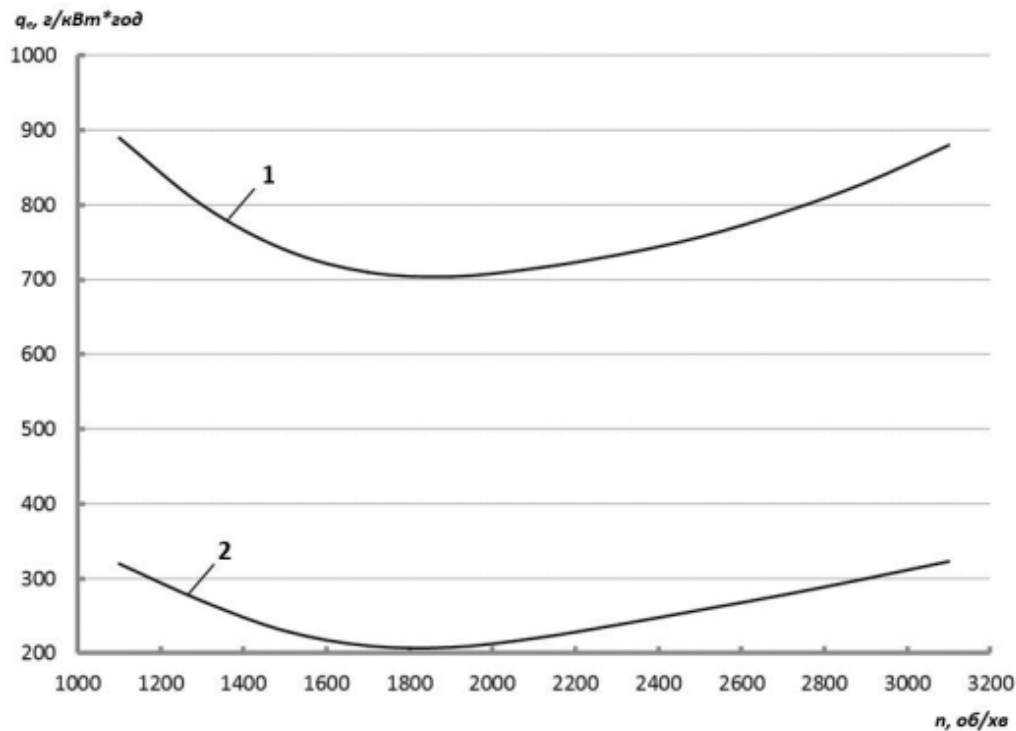
Адсорбційний метод заснований на адсорбції сірководню при проходженні біогазу через ємність із гранулами оксиду заліза за реакцією:



Перевагами даного методу є простота, дешевизна, легкість в обслуговуванні та експлуатації. Недоліки його полягають у великій кількості теплоти, що виділяється при регенерації гранул і чутливості методу до вмісту вологи у біогазі.

Мікробіологічний метод полягає у добавці в метантенк, у зону, де накопичується біогаз, певної кількості повітря (4-5 % об. від біогазу). Метод заснований на біологічному аеробному окисненні сірководню до елементарної сірки групою спеціальних мікроорганізмів. У біогазі протікає така реакція:





1 – біогаз; 2 – бензин

**Рисунок 1 – Залежність питомої ефективної витрати палива для двигуна ЗИЛ – 130 від числа обертів для біогазу з відходів тваринництва і стандартного бензину**

Ефективність очищення біогазу цим методом складає 80-90%. Метод простий у реалізації, має найнижчі капітальні та експлуатаційні витрати.

З наведеного аналізу робочого процесу ДВЗ на біогазі з відходів тваринництва можна зробити наступні висновки:

- Україна має не повністю задіяний потенціал джерела енергії – виробництва біогазу з відходів та вторинних продуктів тваринництва;
- при використанні біогазу з продуктів тваринництва знижуються енергетичні і техніко-експлуатаційні показники роботи ДВЗ. Для запобігання зменшення цих показників ( $N_e$ ,  $g_e$ ) доцільно використовувати суміш біогазу з природним газом;
- так як біогаз з відходів тваринництва містить вологу і сірководень, то при високих температурах і тисках вони вступають в реакцію з металами конструкції двигунів і тому степінь очищення його повинна бути високою.

Дані дослідження будуть служити основою для подальшого аналізу техніко-експлуатаційних і економічних показників роботи ДВЗ на біогазі з відходів виробництва.

*Перелік посилань на джерела*

1. Гелетуша Г.Г. Перспективы производства тепловой энергии из биомассы в Украине / Г.Г. Гелетуша, Т.А. Железная, Е.Н.Олейник // Промышленная теплотехника. – 2013. – Т.35, №5. – С.48-55.
2. European Biogas Association (Електронний ресурс) – режим доступу: <http://european-biogas.eu>.
3. Генкин К.И. Газовые двигатели / К.И. Генкин. – М.: Машиностроения, 1987. – 196с.
4. Калетник Г.М. Розвиток ринку біопалив в Україні / Г.М.Калетник. – К.: Аграрна наука, 2008. – 464с.